

## Liste des clones de cacaoyers spontanés de Guyane (*Theobroma cacao* L.) pré-sélectionnés « candidats-élites ».

**Didier Clément** <sup>(a)</sup> et **Philippe Lachenaud** <sup>(b)</sup>

(a) - CIRAD, UMR AGAP, 45662-000 Ilhéus BA, Brazil.  
AGAP, Univ Montpellier, CIRAD, INRA, Montpellier SupAgro, Montpellier, France.

[didier.clement@cirad.fr](mailto:didier.clement@cirad.fr)

(b) - CIRAD, UPR Bioagresseurs, F-34398 Montpellier, France. Bioagresseurs, Univ Montpellier, CIRAD, Montpellier, France.

[philippe.lachenaud@cirad.fr](mailto:philippe.lachenaud@cirad.fr)

La collection de cacaoyers spontanés guyanais, issue de prospections dans le sud-est de la Guyane, représente environ 225 accessions conservées actuellement au Centre de Ressources Biologiques-Plantes Pérennes en Guyane (CRB-PPG) de la station CIRAD de Paracou-Combi, à Sinnamary. 181 clones de cacaoyers spontanés ont été génotypés selon une approche GBS (Genotyping By Sequencing = Génotypage par séquençage). Ces clones constituent une représentation quasi-exhaustive des différentes sous-populations collectées entre 1985 et 1995 et sont phénotypiquement bien décrits (Lachenaud *et al.* 2005 ; Lachenaud *et al.* 2007 ; Lachenaud 2015). Le « génotypage haut débit » a été réalisé avec la technologie DArTseq (Diversity Arrays Technology Sequencing) mettant en évidence des marqueurs génétiques SNPs (single-nucleotide polymorphism = polymorphisme d'un seul nucléotide). A partir des données phénotypiques obtenues sur les 181 cacaoyers spontanés, une détection de QTLs (Quantitative Traits loci = locus de caractères quantitatifs) par GWAS (Genome Wide Association Study = Etude d'association pangénomique) a permis de mettre en évidence des SNPs significativement associés à la résistance à *Phytophthora capsici* (quantifiée à partir de tests d'inoculations sur feuille, au laboratoire) et à la production potentielle. Le QTL de résistance à *P. capsici* est co-localisé avec des QTLs de résistance à d'autres *Phytophthora* détectés dans d'autres populations de cacaoyers. Parallèlement, une étude par sélection génomique (SG) a permis d'estimer les GEBV (Genetic Estimation Breeding Value = valeur génomique estimée) et les valeurs phénotypiques probables pour certains individus ayant seulement été génotypés. Les résultats obtenus avec les analyses GWAS et SG permettent d'apporter de nouveaux éléments pour préciser l'identification des clones guyanais spontanés à considérer comme « candidats-élites », à planter en confirmation participative chez des planteurs guyanais, et comme géniteurs potentiels à utiliser dans un éventuel programme d'amélioration génétique du cacaoyer en Guyane.

Les données phénotypiques ont été acquises directement sur les ortets (un ortet = un pied-mère candidat « tête de clone ») et non sur des plants greffés (pour lesquels le porte-greffe pourrait avoir une influence inconnue) pour des descripteurs (de fruits, de fleurs, de graines), des critères de production (poids de cabosse, poids de fèves fraîches, production potentielle...). L'évaluation de la résistance à la maladie de la pourriture brune causée par

deux espèces de *Phytophthora* (*capsici* (ou *tropicalis*) et *palmivora*) a été obtenue à partir d'inoculations faites au laboratoire sur feuilles cueillies sur des plants greffés.

Les données phénotypiques ont été acquises entre 1990 et 2014 (Projets FIC<sup>1</sup>, FIRC<sup>2</sup>, FEDER<sup>3</sup> « Dicacao ») et les données de génotypage haut-débit en 2014 (Projet FEDER « Dicacao »). Les données de génotypage et les analyses statistiques sont décrites en détail dans un article scientifique à paraître (Clément *et al.*, à paraître).

#### Détection de QTLs par GWAS.

Les résultats ne mettent en évidence des QTLs que pour la résistance à *Phytophthora capsici* et pour la production potentielle.

- QTL lié à résistance à *Phytophthora capsici*.

La pré-sélection phénotypique de « clones – élites », réalisée en 2014, se retrouve bien dans la classe des individus estimés comme résistants dans l'analyse par GWAS. Seul le génotype pré-sélectionné GU 285 B (codé 141) figure dans les individus sensibles. Par ailleurs le génotype GU276 A (codé 37), qui était un candidat potentiel, est maintenant bien intégré dans la liste des clones « candidats-élites ».

- QTL lié à la production potentielle.

L'analyse a permis de mettre en évidence des QTLs significatifs liés à la production potentielle. Il n'est toutefois pas possible d'établir un lien simple entre un type d'allèle et la production potentielle pour un SNP, ou un groupe de SNPs, donné(s). Le cas intéressant est celui du génotype GU143 C (codé 105) qui affiche le plus fort potentiel de production et qui présente systématiquement pour chacun des SNPs significatifs une forme allélique différente de tous les autres génotypes. On pourrait penser que la forme allélique que l'on rencontre pour chaque SNPs dans le génotype de GU 143 C serait celle qui apporterait la meilleure expression de production et donc celle qu'il faudrait utiliser dans une approche de SAM (« Sélection Assistée par Marqueurs »). Toutefois, ce clone ne peut être intégré dans la liste des « candidats-élites » car ses caractérisations de graines sont manquantes.

#### Evaluation de l'approche « sélection génomique »

Une approche de la sélection génomique a été réalisée afin de tester la précision qu'elle pourrait apporter, c'est-à-dire mettre en évidence une bonne corrélation entre les GEBV et les valeurs phénotypiques. Les populations de 181 et 165 cacaoyers spontanés, respectivement phénotypés pour la résistance à *Phytophthora* et pour la production potentielle, ont donc été analysées en SG.

La conclusion est que la SG, dans nos conditions, c'est-à-dire celle où nous ne considérons que les cacaoyers spontanés de Guyane, apporte une aide partielle pour l'estimation de la production potentielle de clones qui n'ont pas été phénotypés et n'est pas utilisable dans la sélection vis-à-vis de la résistance à *P. capsici*.

---

<sup>1</sup> FIC = Fonds Interministériel Caraïbes

<sup>2</sup> FIRC = Fonds Institutionnel de développement de la Recherche et de la Création

<sup>3</sup> FEDER = Fonds Européen de Développement Régional

### Liste des clones « Candidats-Elites »

Finalement, la liste établie à partir des données phénotypiques, et comportant des clones « bons dans tous les domaines agronomiques » n'a été que peu modifiée par les études génétiques. Cette liste est la suivante :

Clone	Code
GU 134 B	6
GU 139 A	7
GU 266 A	33
GU 276 A	37
GU 285 A	41
GU 315 A	45
GU 325 A	47
ELP 20 A	59

### Références

- Lachenaud, Ph., O. Sounigo & B. Sallée. 2005. Les cacaoyers spontanés de Guyane française : état des recherches. *Acta Botanica Gallica* 152 (3), 325 – 346.
- Lachenaud, Ph., Paulin, D., Ducamp, M. & Thevenin, J.-M. 2007. Twenty years of agronomic evaluation of wild cocoa trees (*Theobroma cacao* L.) from French Guiana. *Scientia Horticulturae* 113 (4): 313-321.
- Lachenaud, Ph. 2015. Wild cacao trees (*Theobroma cacao* L.) in French Guiana. *Academic Journal of Suriname* 6, 555-560.



**Cabosses des clones pré-sélectionnés** (*De gauche à droite et de haut en bas, clichés P. Lachenaud*) : **6, 7, 33, 37, 41, 45, 47, 59**

**(Ilhéus et Montpellier, mars 2018)**